

左上一箇所でホチキス留め

附属小学校 1

1810

筑波大学

朝永振一郎記念

## 第13回「科学の芽」賞 応募用紙

応募部門：小学生部門

応募区分：個人応募

題名：天下一の『通し矢』の記録を生み出した三十三間堂の秘密  
～120 mの距離を射通す驚異の成功率の謎を解く～

学校名：筑波大学附属小学校

学年：6年

代表者名：雨宮 龍ノ介



# 天下一の『通し矢』の記録を生み出した 三十三間堂の秘密

～120mの距離を射通す驚異の成功率の謎を解く～



筑波大学附属小学校

1部6年

雨宮 龍ノ介

## きっかけ

三十三間堂の1001体の千手観音の保存修理が45年かけてようやく終わったから見に行こうと父が言うので、祖母にも会いたいから京都に行くことにした。本当の事を言うと、千手観音にはそんなに興味はなかった。でも、三十三間堂の横をダッシュで走って遊ぶのは爽快だった。そして、ふと軒に刺さった1本の矢を見つけた。「なんだろう?」「いつからあるのだろう?」だんだん興味がわいてきて調べてみると、江戸時代に行われた『通し矢』であることを知った。そして、東京に帰ってからも、通し矢のことを本で調べてみると、6秒毎に1本ずつ矢を射るほどの速さで1万本もの矢が射られていることもわかった。でも、どうして広い河原がある鴨川の河川敷ではなく、三十三間堂で行われたのだろうか?何か理由があるのだろうか?その謎を解きたくなり、いろいろと実験をしてみることにした。



『通し矢』が行われていた120mの長い縁側



軒にささっていた矢



拡大



江戸時代からささったままの矢

## 三十三間堂の歴史と構造

### ■歴史

平安時代(1165年1月30日)の創建当時は、五重塔なども建つ本格的な寺院だったが、鎌倉時代(1249年)の火災で焼失し、1266年に本堂のみ再建された。正式名称は、蓮華王院本堂(れんげおういんほんどう)と言うが、柱の間の数が33個あることから、「三十三間堂」とも呼ばれている。

### ■建物の大きさ

建物は南北に長く、120mある。柱と柱の間の数は、建物の中に入って内側から数えると33個だけれど、建物の外側から数えると35個ある。

### ■構造

・建物の土台部分は、土と砂利を積み重ねた「版築」という手法によって地震のゆれを吸収できるようにしている。

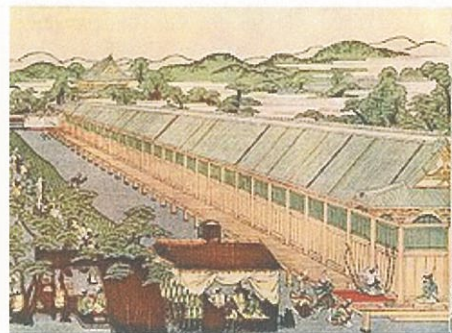
## 『通し矢』の歴史

一昼夜の間(24時間)、三十三間堂の南端から北端に向かって矢を射って、射通した矢の数を競う競技を『通し矢』と言う。時間内にいかにたくさんの矢を射通したかを競う。矢は、座って射る。

朝岡平兵衛が江戸時代の1606年1月19日に100本中51本を射通したのが一番古い最高記録になる。最高記録を出すと天下一という称号を受ける。その後、たくさんの方が記録に挑んだが、そのためには多額の費用がかかったので藩の援助がなければできなかった。1624年以降は、尾張藩と紀州藩から名手がたくさん現れ、次々に記録が更新された。1669年5月2日に、尾張藩の星野茂則(勘左衛門)が10,542本中8,000本を射通し天下一となったが、1686年4月27日に、紀州藩の和佐範遠(大八郎)が13,053本中8,133本を射通し、記録を塗り替えて天下一となった。これが過去最高記録である。その後通し矢に挑む人の数は徐々に減り、江戸中期以降はほとんど行われなくなった。現代では、毎年1月中旬に「大の全国大会」が開催されているが、距離は120mの半分の60mで、一人2本の矢が与えられ、2本とも命中したら決勝に進める。江戸時代の通し矢とは競い方が異なる。



長さ120m、軒下から床までの高さは約5.5m、縁側の幅は約1m  
とても長細い空間で矢を射るから、座って射る方が良かったのかもしれない



江戸時代初期のころの通し矢



現代の通し矢

## 通し矢はなぜ三十三間堂で行われたのだろうか？

京都には広い鴨川の河川敷があるのに、なぜ三十三間堂で行われたのだろうか？きっと何か理由があるにちがいない！  
 ぼくはそう思って、まずは気象庁の風のデータを調べてみた。残念ながら江戸時代の風のデータはなかったが、  
 1961年以降ならデータがあった。昔と今では風の流れが違ってもいいけれど、参考までに京都市内にはどの方向からの風が一番多く吹いているのか、58年間のデータを調べてみた。

年	最多風向
1961	北東
1962	北東
1963	北東
1964	北西
1965	北東
1966	北西
1967	北西
1968	北
1969	北東
1970	北
1971	北
1972	北西
1973	北西
1974	北西
1975	北
1976	北
1977	北
1978	北
1979	北
1980	北
1981	北
1982	北
1983	北
1984	北
1985	北北東
1986	北北東
1987	北北東
1988	北
1989	北北東
1990	北北東
1991	北北東
1992	北
1993	北
1994	北
1995	北北東
1996	北
1997	北北東
1998	北北東
1999	北
2000	北
2001	北
2002	北
2003	北
2004	北
2005	北
2006	北
2007	北
2008	北北東
2009	北東
2010	北北東
2011	北北東
2012	北東
2013	北東
2014	北東
2015	北東
2016	北東
2017	北東
2018	北東

### <わかったこと>

北から吹く風： 27回  
 北東から吹く風： 13回  
 北北東から吹く風： 12回  
 北西から吹く風： 6回

すなわち、どれもすべて北風である。

そして、真北から吹く風： 27回  
 東寄りに吹く北風： 25回  
 西寄りに吹く北風： 6回

つまり、南からよりも北から風が吹くことの方が多いということだ。  
 そして、東西で比べると、東側から吹くことが多いことがわかる。



『通し矢』は、南から北に向かって矢を射るので、  
 北風は、向かい風となる。  
 東寄りの北風は、建物側から吹く。  
 西寄りの北風は、縁側から吹く。

### <北風（向かい風）の影響>

なぜ向かい風で行ったのだろうか？

矢を飛ばすためには、向かい風よりも追い風が有利なのではないか  
 と思う。だから、南端から北端に向かって射るのではなく、北端か  
 ら南端に向かって射る方が条件が良いと思う。

また、北側よりも南側にしっかりと防風林があるのはなぜなのだろうか？

北風（＝向かい風）は防く必要がなく、南風（＝追い風）は防く必要があるということなのだろうか？  
 それとも、今と昔では、防風林の配置が違うのだろうか？

### <東風と西風（横風）の影響>

矢にとって横風は、向かい風や追い風以上に嫌なものだと思う。風が東から吹くと矢は西側に流れて  
 しまい、西から吹くと東側に流れてしまう。コントロールが難しくなる。

風のデータから判断すると、京都市内では西寄りの風よりも東寄りの風の方が多い。だから、もし  
 かすると、昔の人は風がよく吹く東側の縁側ではなく、西側の縁側で『通し矢』の競技を行ったの  
 かもしれない。

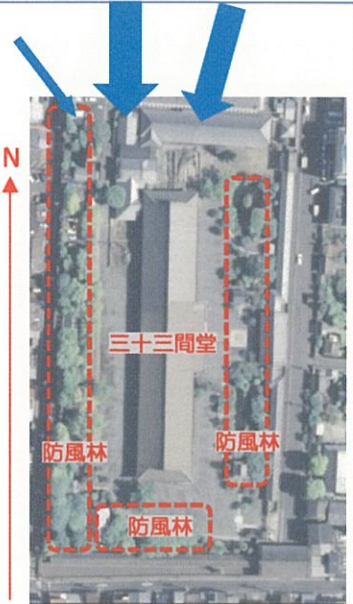
さらに、西側には三十三間堂の防風林だけしかないが、東側には、防風林以外にも、養源院の森、  
 音羽山と東からの風を防ぐものがたくさんある。



三十三間堂の横には養源院の森がある



養源院の森のもっと東の方には音羽山がある



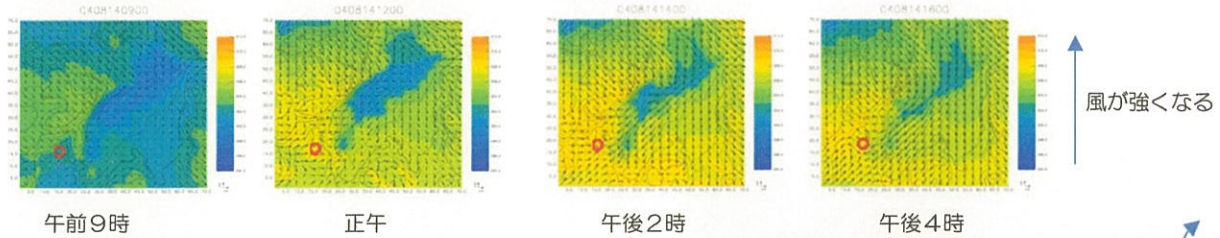
三十三間堂の周りにはたくさん  
 の防風林が植えられている

## 『通し矢』の最高記録！！

射手	年月日	射た矢の総数	射通した矢の数	射通し率	所要時間	1分間に射た矢の数
星野勘左衛門	1669.5.2	10542本	8000本	76%	18時間	9.8本（6.1秒に1本）
佐和大八郎	1686.4.27	13053本	8133本	62%	24時間	9.0本（6.6秒に1本）

## 『通し矢』は、なぜ夕方4時ごろから開始されたのか？

なぜか『通し矢』は夕方4時ごろから開催されている。競技をやるならば、明るい昼間の方がよく見えるから良いはずなのに、日が暮れる直前から始めたのはなぜなのだろう？不思議に思った。そこで、京都市内だけではなく、もっと大きな地図で調べてみることにした。すると、夕方4時頃になると、京都盆地には琵琶湖や若狭湾から強い東風が吹き込んでくるのが京大の大学院生のレポートからわかった。



前のページの風のデータと同じように、京都市内には西風よりも東風が吹きやすいということだ。そして、その東風が夕方4時頃になると強くなる。でも、三十三間堂では、東風に対しては、防風林、養源院の森、音羽山と対策がばっちりなされている。

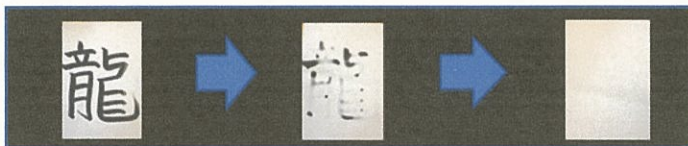
さらに、屋根の形状を見ると、屋根の先端がとがっていて、東から来た風がそのまま西側に行かず、上に巻き上げられるのではないかなと思う。だから、『通し矢』を行う西側の縁側にとっては、東風はまったく怖いものではないのかもしれない。それどころか、弱い風の場合、様々な方向に風が乱れて吹くけれど、強い風の際には、ある一定の方向にしか吹かないから、強い東風は、実は西側の縁側にとってはベストな風なのかもしれない。

だから『通し矢』は夕方4時から開始したのではないかなと思う。



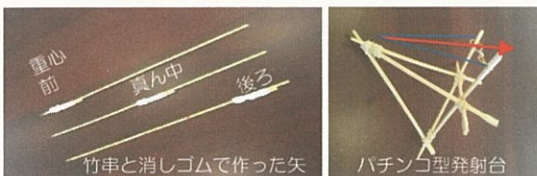
## 三十三間堂の通し矢に対する風の影響を調べる実験

①風がどのくらい西側の縁側に吹き込むのかを確認する 【実験1】 【実験2】 【実験3】 【実験4】



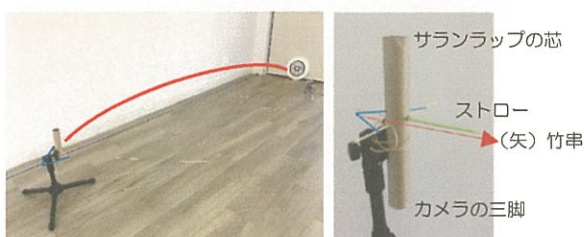
※水で書いて乾くと乾くと消える習字練習用紙を使って模型を作り、模型を筆で塗って濡らしておき、風が当たった所が白く乾くようにしておく。そして、完全に模型全体が真っ白になる(乾く)までの時間を計測することで、西側の縁側にどのくらい風が吹きこんでいるのかを確認する。

②弓矢の重心の違いによって、飛び方が変わるかどうかを確認する 【実験5】



※矢は、重心の位置を変えて、①前②真ん中③後ろの3種類を用意し、割り箸と輪ゴムで作ったパチンコ型発射台を使って矢を飛ばして実験を行う。

③弓矢が受ける横風の影響について確かめる 【実験6】



※三十三間堂で『通し矢』を行った時の空間と似た条件にするために、約100分の3に縮小して実験を行う。弓矢的との距離は3.6m。矢が飛ぶ高さは、霞的の大きさ(20cm)を超えないようにする。

(実験4で使ったパチンコ型発射台は安定性が悪かったので、ストローを使って矢がぶれないように改良して新しい発射台を作った)

## ■実験1 東側にある大きな森（養源院の森）は横風を防いでいるのか？

東側から風を吹かせ、養源院の森の効果を実験によって確認する。  
風の強さは、扇風機の置く位置を変えることによって、強風、中風、弱風の3段階を作って実験を行った。

(予測) 風上に森があれば、どんな強さの風に対しても風を弱める効果があると思う。

森の有無と風の強さ	実験の様子	乾くまでの時間	結果
<b>森がある場合</b>  <b>強風</b> (三十三間堂の敷地から40cm離れたところから風を吹かせる)		5分24秒	森がある場合の中で、屋根が乾くまでの時間が最も短かった。東側の屋根と西側の屋根を比べると、東側が白くなって西側は黒く残っていたので、真ん中のとがった部分で風が上向きに流れ、西側の屋根には風が行きにくいこともわかった。
<b>森がある場合</b>  <b>中風</b> (三十三間堂の敷地から60cm離れたところから風を吹かせる)		5分45秒	強風と弱風の間ぐらいの時間で屋根が乾いた。三角屋根の東側に当たる風の量と西側に当たる風の量には大きな違いがあった。
<b>森がある場合</b>  <b>弱風</b> (三十三間堂の敷地から80cm離れたところから風を吹かせる)		6分05秒	屋根が乾くまでの時間が最も長かった。それでも、強風との差はたったの41秒で大きな差があるわけではなかった。
<b>森がない場合</b>  <b>強風</b> (三十三間堂の敷地から40cm離れたところから風を吹かせる)		3分28秒	風上の森がなくなると、屋根が乾くまでの時間が約2分間短くなった。やはり、森は風を防ぐ効果があるということがわかった。
<b>森がない場合</b>  <b>中風</b> (三十三間堂の敷地から60cm離れたところから風を吹かせる)		3分45秒	強風と同様に、屋根が乾くまでの時間が約2分間短くなった。東側の屋根に比べて西側の屋根は、30秒程度遅れて乾いていたので、屋根のとがった部分で風の流れが変わっているのだと思う。
<b>森がない場合</b>  <b>弱風</b> (三十三間堂の敷地から80cm離れたところから風を吹かせる)		4分38秒	屋根が乾くまでの時間が約1分半短くなった。風上の森の防風効果は、弱風の場合、強風よりも大きくはないのかもしれない。

### (実験後の結論)

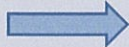
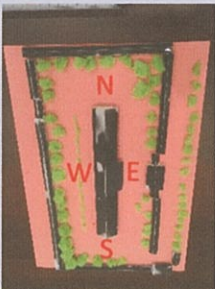
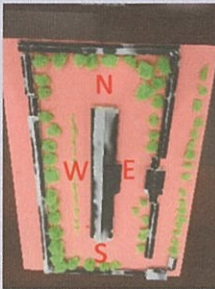
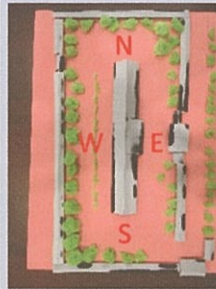


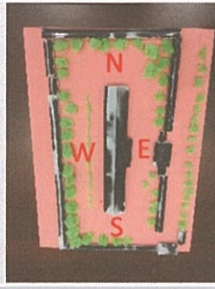
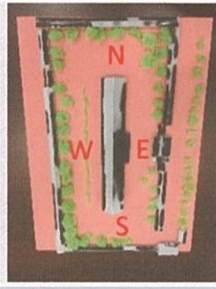

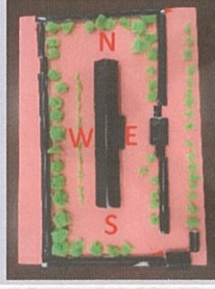
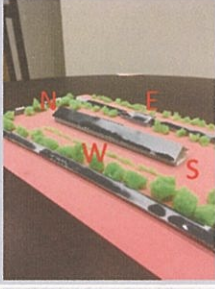
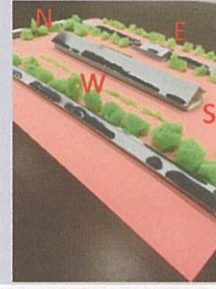


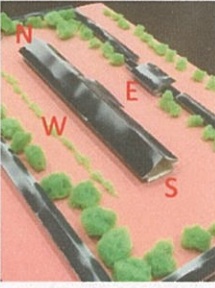
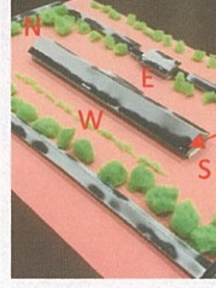
- 風上に森があると、風を防ぐ効果が十分にある。
- 特に、弱風の時よりも強風の時の方が風を防ぐ効果が高い。
- 三角屋根のとがった部分で風の流れが変わり、東側と西側では風の吹き付け方が違う。



## ■実験2 三十三間堂の周りで吹く風は、どのくらい西側の縁側に影響を与えるのか？

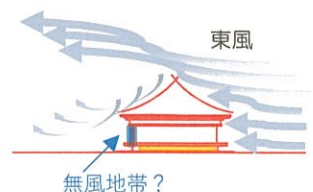
東西南北から吹く風がそれぞれ『通し矢』の競技を行った西側の縁側にどのくらい影響を与えていたのかを確認する。この場合、養源院の森は設置しないで、単純に東西南北から風を吹かせて風の動きを確認する。

(予測) 東風に対しては、実験1で確認できたように屋根のとがった部分で風の流れが変わるので、影響は少ないと思う。西風は、直接縁側に風が当たるので、最も影響が大きいと思う。  
北風と南風は、縁側に風が吹き抜けるので、影響があると思う。

風の向き	実験の様子 (15秒経過)	実験の様子 (1分30秒経過)	実験の様子 (3分30秒経過)	結果
防風林がある場合 西風 				西風の場合は、西側からどんどん屋根が乾いていった。  『通し矢』を行う西側の縁側に直接風が当たることになるので、西風の影響はとても大きいことがわかる。
防風林がある場合 東風 				実験1で確認したように、屋根のとがった部分で風の流れが変わって、西側に風が行かないという現象が起きなかった。  それでも、西側の屋根の乾き方は、西風を吹かせた時よりもゆっくりだった。
防風林がある場合 南風 				南風は、普通に南側から順に北に向かって屋根が乾いていった。
防風林がある場合 北風 				北風も、南風と同じように、北側から順に南に向かって屋根が乾いていった。そして、屋根の乾き方を注意深く見ると、屋根の一番下の部分は乾きがおそいことが分かった。  もしかしたら、風は屋根の下つまり縁側には行かず、縁側での北風や南風の影響は少ないのかもしれない。

### (実験後の結論)

- 西風は、もちろん西側の縁側に直接影響を与える。
- 東風の実験では、今回は、屋根のとがった部分で風の流れが変わって西側に風が行きにくくなっていることは明らかにできなかったけれど、西側の屋根の端が黒く残っていることから、たとえ西側に東風が吹きこんだとしても、大きな屋根の下の縁側までは風が行かないのかもしれない。また、三十三間堂の建物自体が東風を防いでいるので、東風の影響はほぼないと思う。
- 南風と北風は、屋根に沿ってまっすぐ流れ、屋根の一番下の部分が細長く黒く残ったことから、屋根の下の縁側まで風は入りこまないのではないと思う。

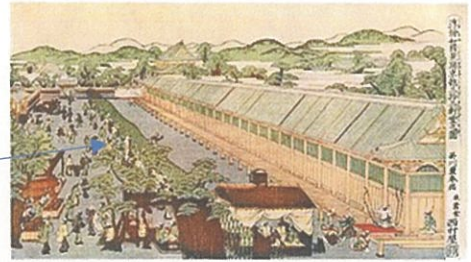




### ■実験3 三十三間堂の周りには防風林は風を防ぐ効果があるのか？

養源院の森と同じように、三十三間堂の防風林も風を防ぐ効果があるのかどうかを調べる。  
三十三間堂の敷地内の防風林をすべて取り外し、防風林のある場合とない場合を比べる。

(実験2の結果(防風林がある場合)と比べる)  
江戸時代の『通し矢』の絵を見ると、縁側に沿って西側に柵を立てていたため、模型にも緑の柵を作り、それは残しておくことにした。



(予測) 防風林は、やはりどの風に対しても効果があると思う。  
防風林がある場合と比べて、早く乾くと思う。

風の向き	実験の様子 (1分30秒経過)	実験の様子 (3分30秒経過)	結果
防風林がない場合 西風			防風林がなくなると、直接風を受けるので、防風林がある場合と比べて、30秒くらい早く屋根が乾いた。やはり防風林は十分大切な役割を果たしていることがわかった。
防風林がない場合 東風			東風の場合、乾くまでの時間は約10秒しか変わらなかった。もともと三十三間堂の建物によって守られているため、防風林の影響は少ないのだと思う。
防風林がない場合 南風			防風林がある場合と比べて、それほど大きな差はなかった。
防風林がない場合 北風			防風林がある場合と比べて、それほど大きな差はなかった。でも、防風林がないと、屋根の乾き方にムラができた。防風林がある方が、風の流れが整うのかもしれない。

(実験後の結論)

- 西側の縁側に『通し矢』を行うのだから、西側の防風林の役割は大きい。ただし、京都市内では西風が比較的少ないため、防風林以上の対策をしていなかったのかもしれない。
- 東風に対しては、防風林よりも三十三間堂の建物の方が風を防ぐ効果が高いのかもしれない。
- 南風に対しては、防風林の効果はあまり確認できなかった。
- 北風については、乾き方にムラがあったため、防風林がある方が風の流れが整うのかもしれない。

## ■実験4 縁側の下が閉じていると、風の影響はどのように変わるのか？

三十三間堂の建物の下には「亀腹」があり、床下をきれいに見せるために造られたという説もあるが、詳しくはわかっていない。でも、この「亀腹」のおかげで、本来なら空洞になっている縁の下が風がながれにくい状況になっているので、もしかするとこの縁の下の「亀腹」も風の流れをさえぎるために役立っているのかもしれないと思った。そこで、三十三間堂の模型を作って、縁の下を閉じた場合と開いた場合の風の流れを確認し、西側の縁側に対する影響を確認する。

(予測) 縁の下が空洞になっていると、そこから風が入り風の流れが乱れるので、閉じている方が西側の縁側に対する影響は少ないと思う。



三十三間堂の縁の下



三十三間堂の縁の下は「亀腹」でかなり詰まった状態になっている



それに対し、住居の縁の下は空洞になっている



江戸時代の住居の縁の下

縁の下	風の向き	実験の様子	模型が乾くまでの時間	結果
閉じた時	東風		15分03秒	東風を吹かせても、西側の縁側には風がほとんど来なかった。
閉じた時	西風		6分06秒	当然のことだけれど、西風を吹かせると、西側の縁側が一気に乾いた。
閉じた時	北風 南風		7分01秒 7分03秒	北風も南風も、風が吹いた方向から徐々に乾いていった。
開いた時	東風		9分06秒	縁の下を空洞にした状態だと、東風の影響を受けてしまい、閉じた状態と比べて、約6分も早く乾いた。

(実験後の結論)

- 縁の下を閉じた場合と開いた場合で実験してみると、縁の下が閉じていることが、実は大きな影響があることがわかった。
- 東風を防ぐためには、縁の下から吹きこんでくる風も防がないといけないのだ。
- でも、これは偶然そのような建物になっていただけにすぎない。偶然『通し矢』に適した環境になっていた！

## ■実験5 矢の重心の位置によって、飛び方は変わるのか？

通し矢には軽い矢を使っていて、矢じりは付けず、矢羽も小さかった。  
 (矢じり：矢の先端につけられるもので射当てた時に突き刺さる部分)  
 通し矢は、的に矢を突きさすのではなく、南端から北端まで射通すことができるかどうかを競うものだったから、矢じりは必要なかった。



矢の長さ：約87cm

矢の重さ：朝方は15.8~16.1gで次第に軽くして夕方には13.9~14.3gにしたそうだ。

通し矢に使われた矢の写真は手に入らなかったけれど、三十三間堂に展示されていた矢は、矢羽が普通の矢よりもかなり小さいものだった。

そして、通し矢では、普通の矢よりも重心を後ろ側に移していたということを知ったので、重心の違いによって矢の飛び方がどのように変わるのかを実験してみることにした。

霰的の一番外側の黒い線の内側の範囲内に矢が当たれば、射通せたということにした。

射通し率は、実験をする人(ぼく)の腕によって結果が変わるので、射通し率よりも、重心の違いによる矢の動きについて確認したいと思う。



★実験で使用する  
 二的的中で使われる霰的(かすみまと)

※的的中：的の当たった場所に関係なく、一番外側の黒い線の内側の範囲内に矢が当たれば命中と判断され、刺さった矢の本数で順位を決める。



★通し矢は、座って射るので、的は床に置いて、低い位置から矢を射ている状況を再現して実験を行う。



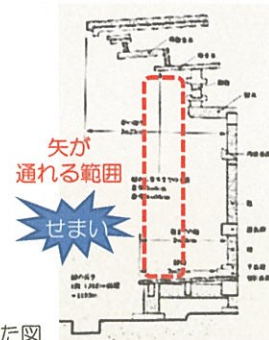
★矢は、重心の位置を変えて①前②真ん中③後ろの3種類を用意し、わり箸と輪ゴムで作ったパチンコ型発射台を使って矢を飛ばして実験を行う。

(予測) 重心は、前にあった方が早く遠くに飛び、後ろにあった方がスピードも遅く、遠くまで飛ばないと思う。

重心の位置	射た矢の数	射通した矢の数	射通し率	結果
前	50	9	18%	予想どおり、前に重心がある方が勢いよく矢が飛んだ。普通の矢には鉄製などの矢じりが付いているから、前に重心があるのだと思う。  消しゴムのおもりをつけた前の方から落下していった。  でも、遠くに飛ばすには、角度を上向きにして飛ばす必要があった。
真ん中	50	1	2%	重心が真ん中にあると、矢が横に回転し、射通し率は低くなった。
後ろ	50	1	2%	矢の重心が後ろにあると、矢を放った瞬間に矢がグラグラと不安定になり、うまく飛ばなかった。  通し矢の矢は後ろに重心があったというけれど、こんなに後ろに重心があるのではなく、前~真ん中までのどこかに重心があったのだと思う。

(実験後の結論)

- 矢は、放物線というよりは直線的に進んですとんと落ちた。
- 重心は前に置いた方が射通し率は高かった。でも、その場合、角度を上向きにしないと遠くまで飛ばすことができなかった。
- 重心を真ん中にするとうまく飛ばなかった。
- 重心は前に置いた方が良いみたいだが、三十三間堂では軒があるため、あまり上向きに角度をつけてしまうと、矢が軒にぶつかるので、前から真ん中の間でできるだけ後ろに重心をずらしてちょうどよいところを見つけたのではないかなと思う。
- 重心が真ん中よりも後ろにあると、矢がグラグラと不安定になりうまく飛ばないから、重心は真ん中よりも後ろにはしてはいけない。



西側の縁側を南から北に向かって見た図

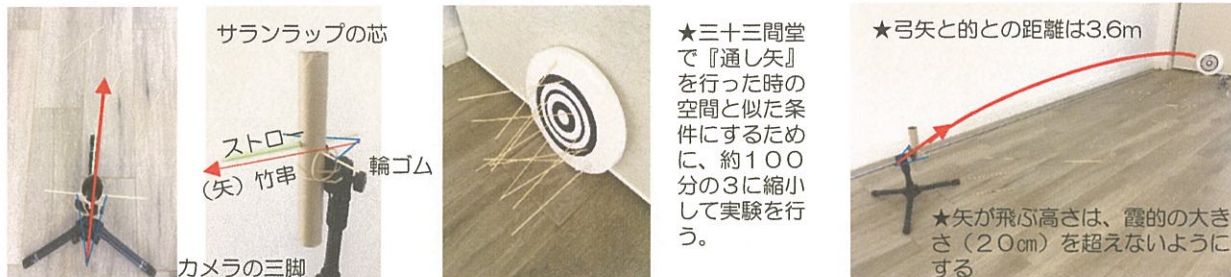
## ■実験6 風の影響によって矢の射通し率は変わるのか？

追い風の場合（南風）、向かい風の場合（北風）、横風の場合（西風・東風）それぞれで矢の命中率を比較する。東風は、三十三間堂の建物、防風林、養源院の森、音羽山によって守られていてほぼ無風だと判断し、風を当てずに実験を行う。その他は、扇風機の風を強めに設定して実験を行う。

また、今回は、実験道具を改良して、安定して矢を射れるようにした。

改良① 安定した状態で矢を射るために三脚で固定した発射台を作った。

改良② ストローの中に竹串（矢）を差し込んでセットして、矢がぶれずに飛ばすようにした。



（予測）追い風の方が勢いになるので、向かい風よりも射通し率が上がると思う。

横風は、横にずれてしまうので、射通し率が下がると思う。

無風状態にした場合よりも、追い風がある時の方が射通し率が上がると思う。

風の向き	射た矢の数	射通した矢の数	射通し率	結果
北風 向かい風	50	9	18%	向かい風によって矢の命中率は下がると予想したけれど、思ったよりも影響がなかった。矢に対してまっすぐに吹く風はそれほど影響はないが、少しでも左右にずれた北風になると影響があると思う。
南風 追い風	50	8	16%	追い風に乘って矢が飛んで、命中率が上がると予想したけれど、あまり効果はなかった。逆に、向かい風よりも悪い結果となった。
西風 横風	50	4	8%	西風（横風）は矢の射通し率に大きく影響した。『通し矢』では長さ120m、高さ約5.5m、幅1.5mの狭い空間で矢を射通さなければいけないため、横風の影響は非常に大きいと思う。
東風 無風	50	14	28%	横風がゼロ、追い風も向かい風もゼロの状態で行うと、最も高い射通し率となった。無風の状態が最も『通し矢』に適しているのだと思う。

（実験後の結論）

- ・予想と外れ、追い風よりも向かい風の方が有利だったことは意外だった。
- ・調べてみると、矢は後ろについている矢羽が回転しながら飛ぶので、どちらかという追い風よりも向かい風の方が矢羽がうまく回転するから安定して矢が飛ぶことがわかった。逆に、追い風は、矢羽の回転を妨げてしまうために矢が安定しないそうだ。
- ・今回の実験では、矢羽は付けていないから確かなことは言えないけれど、風を受ける面積で考えると、やはり追い風の方が風の影響を大きく受けるように思う。



★向かい風の場合  
矢に点状にしか風が当たらないので影響が少ない



★追い風の場合  
点ではなく、羽の分だけ面積が大きくなってしまふから影響が大きくなる

- ・北側よりも南側にしっかりと防風林が植えられていたのは、もしかすると、追い風が矢にとって不利であることを知っていたからなのかもしれない。
- ・無風状態と追い風・向かい風を比べても、予想に反して、無風状態の方が射通し率が良かった。矢自身の勢いだけで進んだ方が矢が安定してコントロールしやすいのかなと思った。
- ・西風が大きく影響したのは、やはり矢の面積に対する風の影響だと思う。



★横風の場合  
矢に線状に風が当たるため、風を受ける面積が大きくなるから影響が大きい

- ・『通し矢』で天下一となった人達は、腕の良さもあっただろうが、無風状態のラッキーな環境に恵まれていたことも大きく関係しているのではないかと思った。

## 実験のまとめ

	実験のテーマ	実験後の結論
実験1	東側にある大きな森は、横風を防いでいるのか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風上に森があると、風を防ぐ効果が十分にある。</li> <li>・特に、弱風の時よりも強風の時のほうが風を防ぐ効果が高い。</li> <li>・三角屋根のとがった部分で風の流れが変わり、東側と西側では風の吹き付け方が違う。</li> </ul>
実験2	三十三間堂の周りで吹く風は、どのくらい西側の縁側に影響を与えているのか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・西風は、もちろん西側の縁側に直接影響を与える。</li> <li>・東風の実験では、西側の屋根の端が黒く残っていることから、たとえ西側に東風が吹きこんだとしても、大きな屋根の下の縁側までは風が行かないと考えられる。</li> <li>・また、三十三間堂の建物自体が東風を防いでいるので、東風の影響はほぼないと考えられる。</li> <li>・南風と北風は、屋根に沿ってまっすぐ流れ、屋根の一番下の部分が細長く黒く残ったことから、屋根の下の縁側まで風は入りこまないと考えられる。</li> </ul>
実験3	三十三間堂の周りにある防風林は、風を防ぐ効果があるのか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・西側の縁側で『通し矢』を行うのだから、西側の防風林の役割は大きい。ただし、京都市内では西風が比較的少ない。</li> <li>・東風に対しては、防風林よりも三十三間堂の建物の方が風を防ぐ効果が高い。</li> <li>・北風については、乾き方にムラがあったため、防風林がある方が風の流れが整うのかもしれない。</li> </ul>
実験4	三十三間堂の縁の下が閉じていると、風の影響はどのように変わるのか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東風を防ぐためには、縁の下から吹きこんでくる風も防がないといけない。</li> <li>・縁の下に『亀腹』があることで、東風の流れを止めることができている。</li> </ul>
実験5	矢の重心によって飛び方は変わるのか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・矢は、放物線というよりは直線的に進んでずんと落ちた。</li> <li>・重心は前に置いた方が射通し率が高いが、その場合、角度を上向きにしないと遠くまで飛ばすことができない。</li> <li>・重心を真ん中にする、矢が回転してうまく飛ばなかった。</li> <li>・重心は前に置いた方が良いみたいだが、三十三間堂では軒があるため、あまり上向きに角度をつけてしまうと、矢が軒にぶつかるので、前から真ん中の間でできるだけ後ろに重心をずらしてちょうどよいところを見つけたのではないと思う。</li> <li>・重心が真ん中よりも後ろにあると、矢がグラグラと不安定になりうまく飛ばないから、重心は真ん中よりも後ろにはしてはいけない。</li> </ul>
実験6	風の影響によって射通し率は変わるのか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・追い風よりも向かい風の方が有利だった。</li> <li>・無風状態と追い風・向かい風を比べても、無風状態の方が射通し率が良かった。矢自身の勢いのみで進んだ方が矢が安定してコントロールしやすいのかもしれない。</li> <li>・西風(=横風)は大きく影響する。</li> </ul>

## 感想

三十三間堂のこの狭い空間で1秒間に約6本の矢を射るという早業で、62%や76%という射通し率を出したのは本当にすごい結果だと思う。だからこそ、この『通し矢』で誰が天下一を取るのかは皆の大きな関心事だったのだと思う。単に広い鴨川の河川敷で競技を行うよりも、難所で実行した方がおもしろい。そして、昔の三十三間堂は、朱塗りの外装で内装も極彩色で飾られていたというから、美しい三十三間堂で24時間かけて繰り広げられる『通し矢』は本当に見ものだったと思う。ほくも実験をしながら、当時の人達の気持ちや伝わってくるような気がした。



三十三間堂で見た『通し矢』の説明

そして、ほくはこれまでに五重塔が地震に強い理由や清水の舞台の下の長い柱の役割について研究し、昔の人の知恵のすごさに驚かされてきた。今回も、三十三間堂で『通し矢』が行われたのは偶然であって、風の流れを読んで決めたのではないかもしれないけれど、予測したにせよ予測していなかったにせよ、その直観力みたいなものを感じる。昔の人達は、現代のほく達よりも、もっと本能的に動物的に何かを知る能力に長けていたように思う。昔はまだ何もなかった時代だったからこそ、人間の想像力がとても豊かに発揮されて、いろいろなアイデアが生まれ、どんどん進歩していくことが出来たのかもしれない。でも、現代は、計算を自分でなくてもコンピュータや電卓が正確に早くやってくれるし、字が書けなくてもパソコンやスマホがあれば、出てきた候補の漢字から指1本で選択するだけで文章が書ける。便利になった世の中はすばらしいけど、それによって、人間の能力が退化してしまうのは残念なことだと思う。だから、ほくは、昔の人達に負けないために、コンピュータができないことやほくにしかできないようなことを見つけて世の中の役に立つことをしたいと思う。

■参考文献 京都三十三間堂通し矢列伝 高柳 憲昭 (著) メイツ出版  
『国宝三十三間堂』 三十三間堂本坊 妙法院門跡発行 2014年10月、2017年6月  
『京都盆地に侵入する広域海風・湖風の解析とその数値実験』 京都大学大学院 祖慶 良平氏